

SISTEMA DE GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS COM USO DE GEOPROCESSAMENTO

*Management system for municipal roads based on a Geographic Information
System*

SERGIO HAX

FRANCISCO HUMBERTO SIMÕES MAGRO

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia –
CEPSRM

Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto

Av. Bento Gonçalves, 9500 - Campus do Vale

Caixa Postal 15.041 - CEP 91501-970 - Porto Alegre - RS - Brasil

serhax@cybersul.com.br; francisco.magro@ufrgs.br

RESUMO

Este trabalho tem a finalidade de fornecer os elementos necessários à montagem de um SIG (Sistema de Informações Geográficas) para gerenciamento e controle de obras públicas, tendo como ponto de partida aquelas relacionadas às estradas de terra, portanto na área rural dos municípios, podendo, logicamente, ser estendido a outras áreas da gestão pública. A preferência pela questão viária dá-se pelo grande apelo econômico e relativa facilidade na aquisição dos planos de informação, quais sejam, malha viária, pontos notáveis, obras de arte, drenagem, relevo e solo. Planos de informação pertinentes à malha viária, aos pontos notáveis e às obras de arte, adquiridos em levantamento de campo com GPS (Global positioning system), e drenagem, relevo e solo adquiridos via vetorização de mapas existentes. Através de um programa de apoio à gerência denominado SISGEM – Sistema de Gerência de Estradas Municipais – e do programa de geoprocessamento SPRING, pode-se obter dados a respeito da produção, produtividade, custos, etc, gerando atributos aos geo-objetos dos planos de informação descritos acima, e, desta forma, permitindo o cruzamento de planos de informações vetoriais com os relatórios gerados a partir dos trabalhos realizados.

ABSTRACT

This paper aims at supplying the necessary elements to the assembly of a SIG for management and control of public works, as starting point the works related to

the dirty road, in the rural area of the municipality, being able, logically, to extend to the other areas of the public administration. The preference for a road subject it is because its has a big economic appeal and relatively easy acquisition of information plans, such as a road mesh, notable points, works of art, drainage, relief and soil. Plans of information about the road mesh, notable points and works of art acquired in rising field with GPS, and drainage, relief and acquired soil via vector of existent maps. Through a support program to the management named SISGEM - System of Management of Municipal Roads and from the program of geoprocessment we can obtain data regarding the production, productivity, costs, etc, generating attributes to the geo objects of the plans of information described above, and, this way, allowing the crossing of plans of vectorial information with information generated from the accomplished works.

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento do universo de atuação, para o planejamento e direcionamento das atividades rurais, inerentes aos serviços públicos, é pressuposto básico para o desenvolvimento de trabalhos consistentes realizados pelos órgãos responsáveis.

O dimensionamento da extensão das estradas vicinais, já seria um dado significativo, que ao alcance do órgão responsável, com um corpo qualificado de pessoal, teria um elemento importante como ponto de partida para o planejamento e gerenciamento das suas atividades.

Segundo levantamento feito pela Secretaria dos Transportes (Rio Grande do Sul, 1989), a extensão da malha viária, composta por estradas de terra no estado do Rio Grande de Sul, é de 114.626 km, compreendendo 95% da extensão total. Pode-se estimar um gasto de R\$ 2.000,00 km/ano com manutenção. Contando com um pequeno aumento em extensão da malha viária desde então, pode-se prever em números redondos que sejam gastos anualmente R\$ 300.000.000,00 na sua manutenção. Portanto, o estudo aqui apresentado trata de um setor da administração municipal para onde é canalizado percentual significativo do seu orçamento.

O nível atual de domínio dessa grandeza pelo órgão municipal é questionável. Na maioria das vezes são informações oriundas de mapas viários desatualizados ou obtidos através de servidores experientes que emprestam sua impressão a respeito da grandeza do número em questão.

Este trabalho pretende viabilizar um sistema de gerenciamento de trabalhos em estradas de terra, auxiliado por ferramentas de geoprocessamento, propondo desde a metodologia para a aquisição dos planos de informação que compõe o universo de trabalho nas zonas rurais como malha viária, obras de arte, pontos notáveis, drenagem, relevo e solo e sua ligação com banco de dados específicos de controle e custos. Este banco de dados pode ser qualquer planilha que esteja sendo utilizada para tabulação de dados, relativo a serviços realizados ou sistemas próprios de cadastro e controle como o aqui proposto denominado SISGEM – Sistema de Gerenciamento de Estradas Municipais. Informações geradas pelo SISGEM, da

mesma forma que dados de outras fontes, serão inseridos no Sistema de Informações Geográficas - SIG - como atributos dos geo objetos que compõem os planos de informação: estradas, obras de arte, relevo, drenagem e solo.

Estes planos de informação, aliados a dados meteorológicos e ao dimensionamento da capacidade e produtividade dos insumos dedicados a cada tipo de trabalho realizável, servirão de base ao planejamento das atividades, que através de programa específico - SISGEM - permitirá também o acompanhamento dos trabalhos, como, por exemplo, cumprimento de cronograma físico/financeiro, avaliação de desempenho, etc. Com o uso contínuo do Sistema, serão aferidos os dados utilizados para o planejamento, posição físico/financeira do serviço em andamento, e, finalmente, relatórios individualizados dos gastos e demandas por insumos (sistema de filtros). Estes relatórios poderão ser lidos (após gerados) via SIG – SPRING -, agregando ao dado, a variável espacial, e ainda, interagir com os outros planos de informação que compõe o Sistema.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 Localização e caracterização geral da área

2.2.1 Relevo

Corresponde às diversas configurações e diferenças de nível da superfície terrestre. O estudo do relevo de uma região pretende descrever como o terreno varia nas suas feições, formando planaltos, planícies, depressões, etc.

O relevo, na questão viária, é determinante na escolha do traçado da mesma. Na implantação de novas malhas viárias, o relevo é o elemento de análise que determina qual o caminho mais econômico, com menos movimentação de terra, portanto menor custo com obras de corte e aterro.

Para descrever a distribuição desse fenômeno espacial usa-se o Modelo Numérico do Terreno – MNT – como sua representação matemática computacional.

Dados de MNT servem também para outras aplicações além de representarem formas de relevo, podendo citar como exemplos informações geológicas, de temperatura, profundidades de cursos d'água, etc.

Conforme Felgueiras (apud Burrough, 1986), alguns usos do MNT:

- armazenamento de dados de altimetria para gerar mapas topográficos;
- análises de corte-aterro para projeto de estradas e barragens;
- elaboração de mapas de declividade e exposição para apoio a análise de geomorfologia e erodibilidade;
- análise de variáveis geofísicas e geoquímicas;
- apresentação tridimensional (em combinação com outras variáveis).

2.2 Drenagem

O Plano de Informação chamado drenagem é de suma importância para a questão de gerência de estradas. Formada pelo conjunto de canais da superfície do

terreno, resultante da manifestação de fatores ambientais como relevo, clima, geologia, cobertura vegetal e características da área como textura, permeabilidade do solo, umidade e estruturas, as obras de arte são parte integrantes de um projeto viário, e estão associadas à estrada como estruturas construídas para permitir transpor vãos. Para o presente trabalho, devido às características das malha viária, as obras de arte, podem ser entendidas como estruturas construídas para possibilitar a passagem d'água através de uma estrada, de maneira a não interromper o trânsito através da mesma.

Dessa forma a apropriação da representação gráfica correspondente a rede de drenagem é fundamental tanto para o dimensionamento como para o monitoramento e gerenciamento dos sistemas de drenagem que compõe as estruturas de escoamento e direcionamento das águas que interferem no sistema viário municipal.

Permite ainda, ser definida, com base nos dados vetorizados, as propriedades texturais da rede de drenagem:

- densidade – número de elementos texturais por unidade de área;
- lineação – segmento contínuo retilíneo dos elementos texturais de drenagem;
- alinhamentos – disposição retilínea dos elementos texturais ou/e das lineações de drenagem;
- angularidade – definida pelos ângulos de confluência dos elementos texturais de drenagem;
- tropia – função da orientação (direção) dos elementos texturais de drenagem. Podendo ser unidirecional, bidirecional, multiordenada e ainda multi desordenada;
- assimetria – dada pela relação entre a extensão dos elementos texturais de drenagem em ambos os lados de um canal principal;
- uniformidade – indicada pelo grau de persistência das propriedades anteriores, e ainda pela constância das dimensões (largura) de um canal.

2.3 Solos

A influência dos solos é direta nas questões relativas à malha viária.

Pelo simples fato de tratar-se de estradas de terra, pode-se avaliar a importância da contribuição da informação sobre solos. A localização da estrada indica sobre qual tipo de solo foi implantada, o que tem relação direta com questões de construção e manutenção.

Após a retirada do horizonte A, normalmente não apta a receber o subleito* da estrada por questões de geotecnia, é encontrado o horizonte B, este sim de interesse tanto para locação de novas estradas, como para a previsão de custos de manutenção.

Os levantamentos de solos existentes para a maioria das regiões do Estado são do projeto Radam Brasil, disponibilizadas na escala de 1:1.000.000, escala essa já

suficientemente pequena, em se tratando de zonas rurais, onde a mudança do perfil pedológico não necessita ter, necessariamente, uma precisão métrica.

Algumas regiões já possuem mapeamentos mais detalhados, normalmente realizados por órgão de extensão ou pesquisa como os realizados pela Embrapa para o município de Candiota em 1998 na escala 1:50.000.

2.4 Malha Viária

A malha viária é para este trabalho o Plano de Informação mais importante. Além das estradas, propriamente ditas, sobre elas também estão assentadas as obras de arte, formando um grande Plano de Informação, sobre o qual será depositada a maior parte dos dados, tanto estáticas (extensão e largura), como informações de maior resolução temporal, como por exemplo, o último trabalho realizado.

A malha viária (Figura 01) é composta por todas as estradas ou caminhos que servem para o acesso à localidades ou propriedades, atendendo a necessidade dos meios de transporte.

2.5 Obras de Arte

Aqui, entende-se por obras de arte, todas aquelas que permitirem a passagem de água através de uma estrada.

Às obras de arte cabem uma parte importante do trabalho e dos recursos despendidos para construção e manutenção de um sistema viário. O custo da obra pode encarecer sobremaneira se o traçado escolhido exigir grande quantidade de pontes e bueiros.

Como está inserida na estrada, a obra de arte faz parte do complexo que compreende o sistema viário. Por se tratar de um ponto onde o comportamento da pista difere do restante da malha, são tidas como pontos notáveis, normalmente necessitando de sinalização por motivo de estreitamento de pista ou como ponto de referência pois atravessa um curso d'água.

2.6 Mapeamento Temático

Como um dos planos de informação propostos, o mapeamento temático pretende disponibilizar à imagem orbital da área em questão, afim de obter-se o uso atual do solo.

A noção da distribuição espacial, dos elementos que constituem a paisagem, em termos de ocupação e organização da ocupação do solo, é obtida com privilégios através de composições coloridas adquiridas através dos satélites artificiais.

Tem a grande vantagem, com relação aos meios gráficos, pois é possível a inferência sobre tamanho, forma, localização e textura.

2.7 Sistema Periférico

O chamado Sistema Periférico aqui apresentado, trata-se de um programa de gerenciamento de serviços relacionados com estradas de terra. É proposto como opção de auxílio à gerência para os casos de inexistência de sistemas de controle.

O Sistema de Gerência de Estradas Municipais – SISGEM – é um sistema proposto pelo professor Alfredo Luis Mendes D'Ávila, através do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Pelotas e pelo autor deste trabalho, compondo as bases para um banco de dados que pudesse atender às necessidades gerenciais dos administradores municipais.

A formatação desse sistema de Gerência se deu através do aluno Fabrício Ávila da Silva, como trabalho de conclusão do curso de Bacharelado em Ciência da Computação, do Instituto de Física e Matemática da Universidade Federal de Pelotas, denominado Sistema Informatizado de Gerência de Estradas Municipais (Silva, 2003).

O sistema operacional utilizado é o Microsoft Windows, por ser o mais comumente utilizado nas secretarias municipais, e a ferramenta de desenvolvimento, o Borland Delphi.

O Delphi oferece suporte aos mais diversos tipos de bases de dados disponíveis atualmente, dBASE, Access, entre outros.

Os módulos que compõe o sistema são:

- inventário rodoviário: nome das estradas, extensão, largura, localização das obras de arte com sua descrição física-funcional, anotação de deficiências geométricas e tipo de revestimento;
- estudo de materiais: localização e denominação de jazidas, análise de amostras de material para revestimento primário, avaliação de desempenho dos materiais;
- tráfego: contagem de tráfego, monitoramento de acidentes;
- memória técnica: serviços realizados, pessoal e equipamentos utilizados;
- pessoal: cadastro de pessoal;
- veículos e equipamentos: cadastro de veículos e equipamentos;
- materiais de construção, ferramentas, compras: controle de entrada e saída do almoxarifado;
- combustíveis e lubrificantes: controle de abastecimentos e manutenção preventiva;
- custos: relatório de custos de obras e serviços;
- monitoramento: acompanhamento dos trechos executados;
- experimentos: implantação de novas tecnologias;
- planejamento dos serviços: levantamento orçamentário e planejamento de serviços.

Estes módulos compõe, praticamente, todas as atividades desenvolvidas e permite alocar todos os insumos dedicados às obras em uma categoria específica.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 Local

O município escolhido para ser desenvolvido o trabalho foi o município de Candiota, no Rio Grande do Sul, situado entre as latitudes Oeste 52°7'15.35" e longitude Sul 31°26'5.84".

Distante 380 km da capital, Porto Alegre, com área de 953 km², faz divisa com os municípios de Bagé, Hulha Negra, Pinheiro Machado, Pedras Altas e Aceguá.

As principais atividades econômicas desenvolvidas são a pecuária, ovinocultura, arroz irrigado, sementes olerícolas, milho, batata inglesa, batata doce e mandioca. Também abriga a Usina Termoelétrica Presidente Médice e uma fábrica de cimento.

Possui uma população de 8.064 habitantes, em constante aumento devido ao assentamento de colonos pelo Instituto Nacional de colonização e Reforma Agrária.

3.2 Aquisição do Relevo

Foi utilizado o SPRING para o processo de vetorização do relevo, usando Access como gerenciador do banco de dados e adotando a projeção UTM e referida ao Datum Córrego Alegre.

Primeiramente foram adquiridas as Cartas do Serviço Geográfico do Exército – SGE - que compõem a área do município de Candiota / RS. As cartas do SGE disponíveis são de vôo realizado em 1975, restituídas em 1976, tendo sido feita a primeira impressão em 1980, na escala de 1:50.000. São as cartas: Passo São Diogo, Hulha Negra, Tupi Silveira, Seival e Pedras Altas.

As cartas foram transferidas para o ambiente digital através de digitalização feita em scanner de rolo, que tem capacidade de scanear uma carta inteira. A scannerização foi feita com uma resolução de 400 d.p.i e em tons de cinza.

Para o georeferenciamento das cartas do SGE foram tomados nove pontos como pontos de controle, coletados na interseção da grade UTM.

Após o georeferenciamento, procedeu-se ao processo de vetorização propriamente dito, utilizando o próprio SPRING como editor gráfico, inserindo as amostras no Plano de Informação "MNT" e na Categoria "Cotas" do modelo de dados Numérico, que no SPRING é definido como dados que possuem uma variação contínua de seus valores numéricos em função de sua posição na superfície.

Tendo a carta digitalizada e georeferenciada como pano de fundo procedeu-se a vetorização de todas as curvas de nível pertencentes à área do município de Candiota, identificando a sua altitude, assinalando linhas mestras (curvas de nível de cota cheia) e pontos isolados representando picos de elevações.

As curvas de níveis, nas cartas do SGE têm uma equidistância de 20 metros, variação de altitude perfeitamente aceitável para o trabalho de mapeamento de zonas rurais e compatíveis com a escala do trabalho.

Adotou-se o procedimento manual para a vetorização, com ampliação do pano de fundo suficientemente para que se pudesse clicar dentro da linha que representa a curva de nível.

Cada carta foi vetorizada separadamente devido ao peso de arquivo gerado pelo scanner. Depois de todas as cartas vetorizadas, foi realizado mosaico dos cinco arquivos e os devidos ajustes de ligação das curvas de nível.

Após a vetorização e os ajustes devidos, foi alimentado o plano de informação “MNT”, pertencente a categoria “Cotas”.

3.3 Aquisição da Drenagem

Foi utilizado o SPRING para o processo de vetorização da drenagem, usando Access como gerenciador do banco de dados e adotando a projeção UTM e referida ao Datum Córrego Alegre.

Primeiramente foram adquiridas as Cartas do Serviço Geográfico do Exército – SGE que compõem a área do município de Candiota / RS. As cartas do SGE disponíveis são de voo realizado em 1975, restituídas em 1976, tendo sido feita a primeira impressão em 1980, na escala de 1:50.000. São as cartas: Passo São Diogo, Hulha Negra, Tupi Silveira, Seival e Pedras Altas.

As cartas foram transferidas para o ambiente digital através de digitalização feita em scanner de rolo, que tem capacidade de scanear uma carta inteira. A scannerização foi feita com uma resolução de 400 d.p.i e em tons de cinza.

Para o georeferenciamento das cartas do SGE foram tomados nove pontos como pontos de controle, coletados na interseção da grade UTM.

Após o georeferenciamento, procedeu-se ao processo de vetorização propriamente dito, utilizando o próprio SPRING como editor gráfico, inserindo as linhas de drenagem no Plano de Informação “Geral” e Categoria “Drenagem” do modelo de dados Cadastral, definido no SPRING como sendo os mapas que contêm a representação de determinado tipo de objeto.

O último passo da edição vetorial foi o formatação da topologia do tipo arco-nó, para que cada segmento representativo da rede de drenagem possa ser demarcado no seu começo e final por um nó.

O passo posterior foi de fazer a hierarquização da rede de drenagem, utilizando o método proposto por Strahler (1964). De acordo com o referido autor, a hierarquização dos canais de drenagens recebe valores numéricos conforme o número de ordem dos cursos de água que formam o conjunto da bacia ou sub-bacia hidrográfica.

No processo de hierarquização da rede de drenagem, como é feito no SPRING, é criada a Categoria de Dados do modelo “Objeto”, onde cada segmento de drenagem, representado pela entidade linha, é associado a um objeto.

Foi então criada a Categoria “Dren” do modelo de dados Objeto. A este objeto é atribuído um nome e um rótulo. O nome pode ser repetido, podendo existir diversos objetos como mesmo nome. Já o rótulo tem de ser específico para cada

objeto. Deste modo o ordenamento conforme Strahler é indicado pelo nome, onde todos os ramos de mesmo ordenamento, têm o mesmo nome, mas uma diferenciação seqüencial dada pelo rótulo.

Neste momento o SPRING gera uma tabela de atributos com os seguintes dados: ID que é um identificador usado pelo programa; NOME, aqui sendo o mesmo para cada classe de ordenamento; RÓTULO, inserido como numeração seqüencial; ÁREA, que para o caso é zero, pois não se trata de um polígono; e PERÍMETRO que representa a extensão da linha que representa cada ramo da drenagem.

A partir da criação da categoria objeto, é possível atribuir valores de atributos pra os mesmos.

3.4 Aquisição das Classes de Solos

Com base no material da Embrapa, Estudos dos Solos do Município de Candiota (1998), foi transferido para o ambiente digital através de digitalização feita em scanner de rolo com resolução de 400 d.p.i em tons de cinza, o Mapa de Solos do Município de Candiota.

Para o georeferenciamento do mapa de solos foram tomados nove pontos como pontos de controle, coletados na interseção da grade UTM.

Foi utilizado o SPRING para o processo de vetorização das classes de solos existentes, usando Access como gerenciador do banco de dados e adotando a projeção UTM e referida ao Datum Córrego Alegre.

Foi feito o ajuste dos nós, para que cada arco tivesse seu começo e final por um nó. Estes arcos então delimitando as fronteiras dos polígonos representativos das classes de solos.

No SPRING, se faz necessária à criação das classes temáticas que comporão o Plano de Informação. Desta forma foram criadas todas as classes temáticas para a Categoria “Solos” e posterior edição das classes de solos através de associação com o polígono correspondente.

Com esses procedimentos obteve-se o Plano de Informação relativo aos solos do município de Candiota.

3.5 Aquisição da Malha Viária

Para o mapeamento da malha viária (Figura 01) foi utilizado um aparelho de GPS para navegação, modelo Garmim 12XL, tendo sido percorrido o eixo da estrada com automóvel e coletados pontos no início de curva, ponto de tangência da curva e ponto de final de curva. A opção por esse procedimento deu-se em função da obtenção mais precisa dos dados, após o aparelho ter fixado o ponto, portanto em condição de estabilidade.

As coordenadas foram anotadas e posteriormente editada no programa AutoCad, já que o SPRING não permite a entrada de dados via digitação de coordenadas.

Cada estrada foi inserida separadamente, gerando um arquivo com seu nome. Esse processo permite a individualização das estradas, o que pode ser útil à medida que se queira trabalhar com um conjunto restrito de estradas.

Foram coletadas também, as posições de pontos notáveis ao longo da estrada, que são: igrejas, cemitérios, postos de saúde, escolas e comércios. Estes, tendo suas coordenadas inseridas via AutoCad e representados em planta com sua representação específica.

Os arquivos relativos a cada estrada foram importados para o SPRING e realizado mosaico, para que todos os arquivos fossem alocados no Plano de Informação “Estradas” da Categoria “Malha” do modelo de dados Rede.

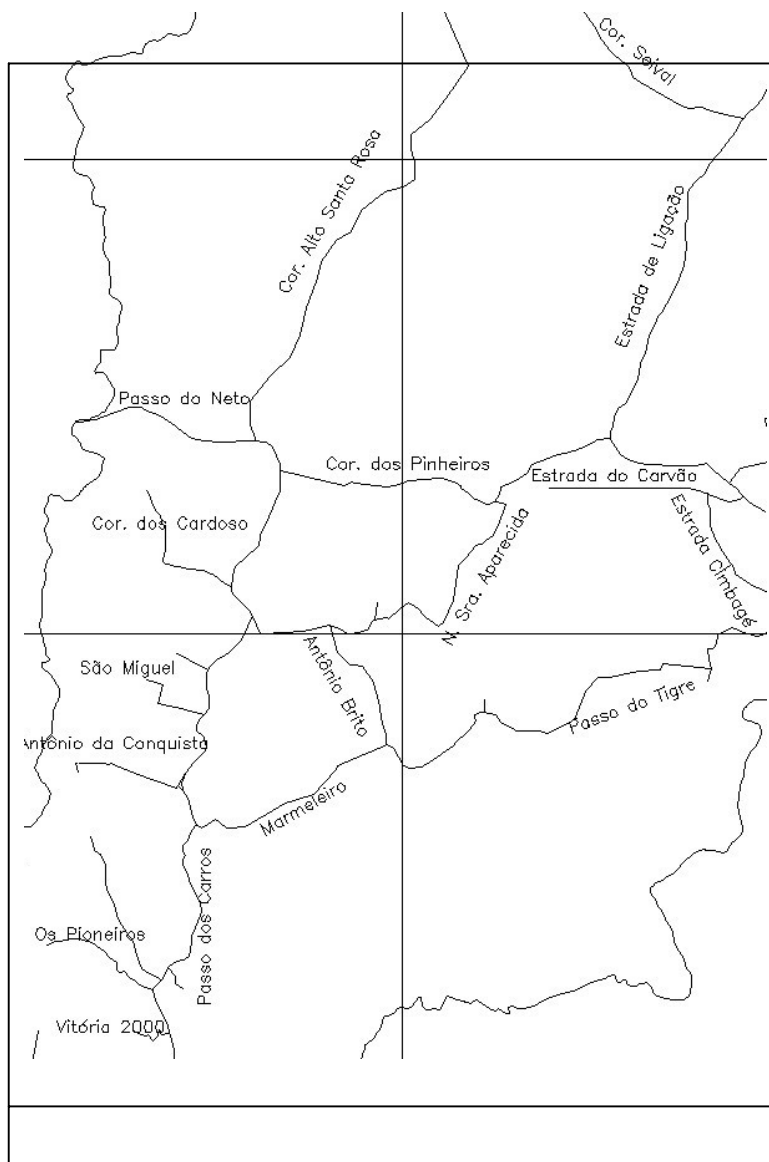
Ajustados os nós de cada segmento representativo da malha viária, cada arco representa um trecho da estrada, iniciada e finalizada por um nó.

Para que a entidade linha, representativa de cada trecho que compõe a malha viária, possa receber atributos, é necessário, no SPRING, a criação da Categoria “objeto”. Foi então criada a Categoria “Malh” do modelo de dados Objeto.

Procedeu-se a edição vetorial, onde a cada entidade linha que representa uma estrada, foram associados um nome e um rótulo. Para este caso optou-se por serem os mesmos.

Neste momento o SPRING gera uma tabela de atributos com os seguintes dados: ID que é um identificador usado pelo programa; NOME e RÓTULO atribuídos pelo operador e nesse caso o nome da própria estrada; ÁREA, que para o caso o zero pois não se trata de um polígono e PERÍMETRO que representa a extensão da linha que representa o trecho.

Figura 01 – Malha Viária do Município de Candiota – Recorte



3.6 Aquisição das Obras de Arte

Juntamente com o mapeamento da malha viária, foram levantados os pontos onde foram construídas obras de arte.

Foi percorrida toda a extensão da malha viária com veículo automotor e anotadas as coordenadas de localização das obras de arte, utilizando um aparelho de GPS para navegação, modelo Garmim 12XL.

Em cada obra de arte foram coletadas além das coordenadas, dados físicos e funcionais das mesmas, conforme.

Estes dados referentes ao estado de conservação e ao dimensionamento da obra, foram adquiridos in loco, fazendo medições e avaliando seu estado atual.

Foi inserida a coordenada da obra-de-arte através do programa AutoCad, pois o SPRING não permite a entrada de dados através da digitação de coordenadas.

Os bueiros foram representados por um círculo. Cada círculo preenchido com uma cor, o que identifica o diâmetro do mesmo através de uma legenda (Figura 02). Cada círculo recebeu um número que seguiu um ordenamento seqüencial que é o mesmo do rótulo, que identifica o objeto. Esta numeração também é representada em planta para facilitar sua consulta na tabela de dados.

As pontes foram representadas na sua convenção habitual. Também, devidamente numerada.

3.7 Mapeamento Temático

Para o mapeamento temático informando o uso atual do solo, utilizou-se uma imagem orbital do satélite TM/Landsat- 5. Este satélite fornece imagens com resolução espacial de 30 metros, o que é uma resolução aceitável para um mapeamento à nível de município.

A imagem foi georreferenciada com a utilização de nove pontos de controle, obtidos durante o mapeamento da malha viária.

Para delimitar somente a área do município, recortou-se a imagem, usando como máscara o plano de informação que representa o limite municipal. Desta forma, manteve-se informação somente dentro do perímetro do limite do município.

Foi feita uma composição colorida com a utilização das bandas 3, banda 4 e banda 5.

Na versão impressa do mapa temático, foram criadas legendas para facilitar a identificação visual em planta. Desta forma foi acrescentado ao sistema o Plano de Informação “Imagem TM” da Categoria “Imagem”.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Toda a gama de informações resultantes da coleta do dado e sua disponibilidade para consulta e como suporte à decisão, está inserida nos planos de informação aqui expostos.

Podemos dividir os resultados deste trabalho em dois grupos: o dos planos de informação com seus dados, a princípio estáticos, e o banco de dados, destinado ao gerenciamento dos trabalhos executados em estradas de terra.

Dos planos de informação aqui apresentados, o mapeamento temático, relevo, drenagem, malha viária e obras de arte, pode-se dizer que são estáticos, ou com baixa resolução temporal, se comparados com um banco de dados sobre serviços executados diariamente.

O mapeamento temático teria uma resolução temporal maior com relação ao uso do solo. Malha viária e obras de arte sofrem poucas variações ao longo do tempo. Relevo e drenagem a princípio não sofrem alterações.

Portanto, pode-se listar os produtos apresentados à Prefeitura Municipal de Candiota:

- arquivo digital contendo o plano de informação correspondente ao relevo do município, com as curvas de nível de 20 em 20 metros, obtendo o MNT;
- arquivo digital contendo o plano de informação correspondente a rede de drenagem do município, devidamente hierarquizado;
- arquivo digital contendo o plano de informação correspondente às classes de solo presentes na área do município;
- arquivo digital contendo o plano de informação correspondente ao mapeamento da malha viária municipal e pontos de referência;
- arquivo digital contendo o plano de informação correspondente ao mapeamento das obras de arte presentes ao longo da malha viária municipal;
- relatório contendo informações físicas e funcionais das obras de arte;
- arquivo digital contendo a composição colorida da imagem orbital da área do município, informando sobre o uso atual do solo;
- mapa temático contendo a malha viária municipal;
- mapa temático contendo a malha viária, rede de drenagem, obras de arte e relevo do município;
- mapa temático contendo a composição colorida, malha viária e rede de drenagem;
- mapa temático contendo a classificação dos solos.

Todo esse material foi entregue juntamente com a instalação do programa SPRING, e através de treinamento, fornecido subsídios sobre as potencialidades do programa e produtos possíveis de serem gerados a partir dos planos de informações que foram inseridos.

O SISGEM também foi instalado e realizado treinamento para a parte de inserção de dados. Os relatórios gerados pelo SISGEM poderão ser exportados para um formato compatível com o gerenciador do banco de dados do SPRING, e através da ferramenta “ligação de tabelas”, atualizar as tabela de atributos, criadas

no SPRING. Essa união de informações, do SISGEM, com os planos de informação inseridos no SPRING, permitem que a informação seja espacializada, ou seja, a tabela de atributos do SIG fica acrescida do relatório gerado no SISGEM, permitindo visualizar a qual local da área do município que o relatório se refere, podendo esse novo plano de informação interagir com os planos de informação da malha viária, obras de arte, relevo, solo, drenagem e uso atual do solo.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O pressuposto básico para o desenvolvimento de uma região é, sem dúvida, o conhecimento da sua realidade e, este trabalho, procura reproduzir a realidade através dos recursos cartográficos existentes.

A nível macro, tratando de planejamento e direcionamento de políticas públicas, o grau de detalhamento e resolução dos produtos colocados à disposição é perfeitamente compatível com o uso proposto para o momento.

As informações sobre solo, relevo e drenagem, mantêm-se ao longo do tempo, ou seja, será uma informação permanente que, uma vez adquirida e disponível, não necessitará de novos investimentos para poder ser utilizada.

Fica facilitada a elaboração de projetos hidráulicos, como por exemplo o dimensionamento das obras de arte, a determinação de áreas das bacias, greide e cobertura do solo, elementos que podem ser extraídos dos planos de informação apresentados.

Atualizados os dados sobre a malha viária e obras de arte, qualquer modificação em algum desses planos fica facilitada pelo meio digital.

Sendo o caso específico do município de Candiota, local de assentamentos de reforma agrária, a abertura de novas estradas se faz necessária a cada novo projeto de assentamento implantado. O projeto de assentamento compreende a locação das estradas que atenderão aos lotes. Esse dado pode ser adquirido junto ao órgão competente e então feita a atualização do sistema viário municipal.

Da mesma maneira, alterações físicas nas obras de arte são atualizáveis de forma simples, basicamente alterando a tabela de atributos.

Até mesmo a denominação das estradas precisou ser revista durante o trabalho. Algumas eram conhecidas de várias formas. Fez-se necessário, então, promover uma discussão e escolher o nome de consenso.

O mapeamento da malha viária em si já é uma vasta fonte de informação, pois permite identificar as ações mais urgentes e dimensionar o volume de recursos, pessoal e de estruturas que deverão ser empregados.

Pode-se notar ao longo do trabalho que as impressões a respeito das grandezas envolvidas muitas vezes estão equivocadas. Quando os administradores foram questionados sobre a idéia que tinham da extensão da malha viária municipal, os números ficaram entre 450 km e 520 km. No entanto foram levantados 302 km de estradas municipais.

Para o caso do planejamento das atividades do setor agrícola do município, a Secretaria de Agricultura passará a contar com uma importante ferramenta de planejamento. Com o cruzamento das variáveis solo, relevo e drenagem, pode-se determinar as áreas próprias à determinada cultura. Para um perfeito zoneamento agrícola, sabe-se que outras variáveis devem ser levadas em conta como: temperatura, umidade, ventos, pluviometria, etc.

Através da imagem temática, com uma simples classificação, pode-se chegar aos valores referentes às áreas inundadas, podendo ainda auxiliar no mapeamento de possíveis áreas de preservação, para o caso de não estarem definidas.

Uma das expressões ouvidas, quando os administradores tiveram contato com o mapa temático, foi a seguinte: “nosso município quase não tem água”. Essa é a consciência que começa a despertar quando se dá o processo de conhecimento da própria realidade.

O incremento do sistema, espera-se, virá com o uso previsto desta forma simples. A necessidade de aperfeiçoar os processos, alimentando-os com novos planos de informação ou refinando os dados, será sentida à medida que as políticas forem determinadas com mais critérios, que os planejamentos tiverem embasamentos mais sólidos, e que a cobrança por resultados passe a ser também uma rotina nos serviços públicos.

A necessidade de aperfeiçoar os processos, alimentando-o com novos planos de informação ou refinando o dado, será sentida à medida que as políticas forem determinadas com mais critérios, que os planejamentos tenham embasamentos mais sólidos, e que a cobrança por resultados passe a ser também uma rotina nos serviços públicos.

As novas tecnologias são desenvolvidas com a intenção básica de servir a população. Os esforços são empenhados no sentido de tornar a vida humana melhor.

Este estudo propôs que uma pequena parte das coisas que são feitas, seja encaminhada de forma a tornar o trabalho mais fácil e eficaz.

A melhoria na qualidade do trabalho visa tanto o emprego de menos energia para sua realização, como a responsabilidade social sobre a ação.

Para tanto, se quer utilizar os conhecimentos científicos gerados e propor aplicações para a efetiva validação da tecnologia, quer dizer, a tecnologia ajudando o homem a trabalhar melhor. Em muitos casos não existe o elo de ligação entre a ponta tecnológica e o usuário comum. Deve-se ter em mente que na maioria dos casos há falta de recursos e de pessoal qualificado, fazendo com que o administrador público seja absorvido pelas demandas diárias.

Parte deste trabalho versou sobre a sistematização da aquisição de planos de informações, demonstrando a relativa facilidade na obtenção de informações que serão de uso comum aos vários setores da administração municipal.

Pretende-se que os administradores tenham melhores condições de planejamento e gerenciamento com o tipo de informação aqui apresentada.

Para os trabalhos desenvolvidos no âmbito das estradas de terra, o SISGEM tem se apresentado como uma opção para a sistematização dos dados. É claro que qualquer outra forma de organização e tabulação de dados existente e em uso pela prefeitura, pode ser adaptada para gerar dados de saída compatíveis com o gerenciador de bancos de dados utilizado pelo SPRING.

Tendo ainda a possibilidade de espacialização destes, fica estabelecida uma condição que em muito supera os relatórios convencionais. Identificados os pontos de estrangulamento, existe toda uma gama de informações oriundas dos demais planos de informação que auxiliarão no entendimento de determinado resultado.

Custos de implantação e manutenção das estradas, variam de acordo com as condições de solo, relevo, drenagem, distância de transporte dos materiais para revestimento primário, distância da sede do município, etc. Tendo estes insumos devidamente mapeados e formatados, de modo a permitir o cruzamento entre os mesmos, abre-se a possibilidade de identificarmos zonas homólogas para faixas de custos de manutenção, por exemplo.

A maioria das aplicações do sistema - visando trabalhos em zonas rurais, descritas ao longo deste estudo, podem ser transpostas para serviços urbanos com um mínimo de investimento. A aquisição dos planos de informação pode se dar de forma gradativa, com grau de refinamento e precisão crescentes, na mesma medida em que melhorar a qualidade gerencial.

A expectativa é de que o sistema seja ampliado, sendo integrado a ele informações sobre a distribuição da rede elétrica rural, concentração humana, dados de produção agrícola, entre outros.

Conhecer a realidade, nortear as ações necessárias à melhora da condição atual e transformar os ganhos com o bom gerenciamento em benefício da qualidade de vida da população, é no que pretende colaborar a dedicação despendida a este trabalho.

7 AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve o apoio financeiro da CAPES por meio de uma bolsa de mestrado.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, Marx Prestes. **Processamento Digital de Imagens**. Curso de Especialização em Sensoriamento Remoto e SIG. Campina Grande-PB, 1998. UFPB – ABEAS
- BARBOSA, Marx Prestes. **Comportamento Espectral de Alvos**. Curso de Especialização em Sensoriamento Remoto e SIG. Campina Grande-PB, 1998. UFPB – ABEAS
- BORGES, Karla; DAVIS, Clodoveu. **Modelagem De Dados Geográficos**. Consultado na INTERNETE em 30 de novembro de 2002. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto>

- CÂMARA, Gilberto. **Introdução**. Consultado na INTERNETE em 12 de novembro de 2002. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto>
- CÂMARA, Gilberto; BARBOSA, Cláudio Clemente Faria; DAVIS, Clodoveu; FONSECA, Frederico. **Conceitos Básicos Em Geoprocessamento**. Consultado na INTERNETE em 24 de novembro de 2002. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto>
- CÂMARA, Gilberto; CARVALHO, Marília Sá; CRUZ, Oswaldo Gonçalves; CORREA, Virginia. **Análise Espacial De Áreas**. Consultado na INTERNETE em 30 de novembro de 2002. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto>
- CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antônio Miguel; CARVALHO, Marília Sá. **Análise Espacial E Geoprocessamento**. Consultado na INTERNETE em 20 de novembro de 2002. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto>
- CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antônio Miguel; FUCKS, Suzana Druck; CARVALHO, Marília Sá. **Análise Espacial E Geoprocessamento**. Consultado na INTERNETE em 30 de novembro de 2002. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto>
- CUNHA, N. G. da.; SILVEIRA, R. J. C. da; SEVERO, C. R. S.; SOARES, M. J.; SANTOS, C. N. dos; FONTOURA JÚNIOR, E. R.; SILVA, C. da. **Estudo dos Solos do Município de Candiota**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1998. 73 p. (EMBRAPA-CPACT. Circular Técnica, 11).
- D'ÁVILA, A. L. M. **Bases de um sistema de gerência de estradas municipais do Estado do Rio Grande do Sul**; Tese (Dr.) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo - São Carlos, 1996.
- FELGUERAS, Carlos Alberto. **Modelagem Numérica do Terreno**. Consultado na INTERNETE em 10 de março de 2002. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>
- FERNANDES, Maria de Fátima. **Fundamentos de Análise Visual**. Curso de Especialização em Sensoriamento Remoto e SIG. Campina Grande-PB, 1998. UFPB – ABEAS.
- MENEGUETTE, Arlete. **Introdução ao Geoprocessamento**. Consultado na INTERNETE em 24 de novembro de 2002. http://www2.prudente.unesp.br/dcartog/arlete/hp_arlete/courseware/intgeo_2.htm
- Rio Grande Do Sul** - Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem Sistema Rodoviário do Estado do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, DAER, 1989.
- STRAHLER, A.N. - **"Quantitative Geomorphology of drainage basis and channel networks"**, In: Chow, Ven Te - Handbook of Applied Hidrology, McGraw-Hill Book, NewYork, 1964.
- SILVA, Fabrício Ávila da. **Sistema Informatizado de Gerência de Estradas Municipais**. Instituto de Física e Matemática. Universidade Federal de Pelotas – Pelotas, 20

(Recebido em agosto/03. Aceito em junho/04.)